

THESE

Présentée

A L'UNIVERSITE DE CLERMONT-FERRAND II

(U.E.R. des Sciences Exactes et Naturelles à dominante Recherche)

Pour obtenir

le grade de

DOCTEUR ES-SCIENCES NATURELLES

Par

Jean-Pierre J O U A N Y

Ingénieur Chimiste

Maître es-Sciences Physiques (Option chimie)

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES PROTOZOAIRE CILIES DU RUMEN :
LEUR DYNAMIQUE, LEUR ROLE DANS LA DIGESTION
ET LEUR INTERET POUR LE RUMINANT

RÉSUMÉ

soutenue publiquement le 1er avril 1978 devant la commission d'examen

MM. H. LUTZ	:	Président
P. DE PUYTORAC	}	Examineurs
J. GRAIN		
Dr J.M. EADIE		
M. P. THIVEND	}	Rapporteurs
M. J. GRAIN		
Dr J.M. EADIE		
M. R. JARRIGE		

THESE

Présentée

A L'UNIVERSITE DE CLERMONT-FERRAND II

(U.E.R. des Sciences Exactes et Naturelles à dominante Recherche)

Pour obtenir

le grade de

DOCTEUR ES-SCIENCES NATURELLES

Par

Jean-Pierre JOUANY

Ingénieur Chimiste

Maître es-Sciences Physiques (Option chimie)

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES PROTOZOAIRE CILIES DU RUMEN :
LEUR DYNAMIQUE, LEUR ROLE DANS LA DIGESTION
ET LEUR INTERET POUR LE RUMINANT

RÉSUMÉ

soutenue publiquement le 1er avril 1978 devant la commission d'examen

MM. H. LUTZ	:	<i>Président</i>
P. DE PUYTORAC	}	<i>Examineurs</i>
J. GRAIN		
Dr J.M. EADIE		
M. P. THIVEND		
M. J. GRAIN	}	<i>Rapporteurs</i>
Dr J.M. EADIE		
M. R. JARRIGE		



RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Le but de notre travail a été d'apporter des éléments de réponses aux deux principales questions suivantes :

- Comment les ciliés se développent-ils dans le rumen ?
- Quel est le rôle des ciliés dans la nutrition du Ruminant ?

I. DEVELOPPEMENT DES CILIES DANS LE RUMEN

Les premiers résultats obtenus concernent la méthodologie : A partir d'une technique de défaunation originale, nous avons réussi à obtenir des animaux monocontaminés soit avec *Entodinium*, soit avec *Isotricha* et surtout avec *Polyplastron*, qui, à notre connaissance, n'avait jamais été implanté seul in vivo.

A l'aide de ces animaux, nous avons décrit la dynamique de l'implantation de ces espèces seules ou en compétition. L'évolution de la concentration des ciliés dans le rumen après l'inoculation suit une loi très générale : la population augmente rapidement et son effectif atteint un maximum dont la valeur est plus élevée que le "plateau" ultérieur, correspondant à la stabilisation de cette population. Ce "plateau" présente, malgré tout, des fluctuations plus ou moins importantes dont l'origine est complexe.

Les facteurs qui interviennent dans la vitesse d'implantation des ciliés et dans le développement de leur population sont nombreux. Nous avons montré qu'ils pouvaient être liés, entre autres, à la nature et au mode d'alimentation, ainsi qu'aux interrelations entre ciliés (et entre ciliés et bactéries) (figure 101).



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548618_0039

1.1- La population des ciliés varie comme la quantité ingérée lorsque les animaux reçoivent un régime à base de fourrages grossiers. Les deux facteurs évoluent en sens inverse, lorsque les animaux sont nourris avec des rations riches en céréales.

1.2- L'addition de glucides cytoplasmiques (amidon, inuline, lactose) à un régime à base de foin, améliore la croissance et la densité des populations de *P. multivesiculatum*, d'*Entodinium* sp. et d' *Isotricha* sp.. Dans des conditions extrêmes de rations agglomérées, très riches en amidon (> 50 p.100 de la M.S.), tous les ciliés disparaissent, probablement à cause d'une acidité trop importante du milieu (pH = 5,0) et de l'accélération de la vitesse de vidange du rumen. Le genre le plus résistant (*Entodinium*) ne s'est maintenu que pendant 40 jours.

1.3- L'implantation d'*Isotricha* est impossible lorsque les animaux reçoivent un régime constitué exclusivement de foin de graminées. Il est nécessaire d'y adjoindre un peu d'amidon sous forme d'orge par exemple (50 grammes).

2.1- Avec un régime mixte contenant de la luzerne deshydratée (40) et de l'orge (50), présenté sous forme de pellets, favorisant le développement des ciliés dans le rumen des animaux monocontaminés, nous avons mis en évidence une compétition entre *P. multivesiculatum* et *Entodinium* sp., qui conduit à l'exclusion systématique d'*Entodinium* sp.. Il s'agit, dans ce cas précis, d'un véritable antagonisme qui disparaît dès que ces deux ciliés sont introduits avec plusieurs autres genres. Par contre, pour l'ensemble des autres régimes étudiés, la présence simultanée de *P. multivesiculatum* et d'*Entodinium* sp. est possible.

2.2- L'implantation de *P. multivesiculatum* est plus rapide sur une population préexistante d'*Entodinium* sp., et le plateau atteint est plus élevé que dans tous les autres cas.

2.3- Les courbes d'implantation d'*Entodinium* sp. ont des valeurs très voisines dans un rumen sans ciliés ou dans un rumen préalablement contaminé en *P. multivesiculatum*.

2.4- La croissance d'*Isotricha* et l'effectif de sa population "au plateau" sont plus importants lorsqu'il est implanté seul que s'il est en compétition avec *Entodinium sp.*. Dans ce cas, la population d'*Entodinium sp.* est également plus faible en présence d'*Isotricha* qu'introduite seule dans le rumen.

2.5- La présence d'une quantité importante (10^8 trichomes par millilitre) de bactéries de grande taille telles qu'*Oscillospira guillermondi* s'accompagne souvent de la disparition des ciliés du rumen. Nos connaissances actuelles ne nous permettent pas, suite à l'observation de ce phénomène, de conclure lesquels des protozoaires ou des bactéries en sont la cause ou l'effet. A partir des animaux bicontaminés (P + E), nous avons suivi les variations nycthémérales des populations de ciliés, en fonction du mode de distribution des repas et du comportement alimentaire et mérycique des animaux.

3.1- L'effectif des populations diminue pendant environ 4 heures, après une prise importante de nourriture. Elle augmente ensuite pour atteindre un maximum situé entre 8 et 10 heures après le repas, puis elle diminue jusqu'au repas suivant. Nous avons noté, toutefois, deux exceptions :

- . Lorsque les animaux reçoivent deux repas espacés de 8 heures, la courbe de l'évolution nycthémérale des ciliés est très voisine de celle obtenue avec 3 repas espacés de 8 heures.

- . Lorsque les animaux sont nourris toutes les heures au cours du nycthémère, les populations restent stables.

3.2- La distribution de la ration journalière en trois repas plutôt qu'en un, deux ou 24 repas, provoque un accroissement significatif de la densité des ciliés.

3.3- L'effectif des populations est plus important lorsque le temps de rumination et la durée des périodes de rumination sont plus longs.

Ces résultats permettent de mieux connaître le comportement des trois principales espèces de ciliés, que l'on trouve dans le rumen, et peuvent dès maintenant servir à formuler des hypothèses pour tenter d'expliquer certains phénomènes de la digestion. Il est possible de prévoir l'incidence de l'implantation de la faune (pendant le sevrage), de sa modification en fonction du régime pour des raisons pratiques (changement de ration) ou pathologiques (météorisation).

Ces résultats ont aussi permis de constater qu'il est impossible de continuer de décrire la biologie des protozoaires sans prendre en compte l'évolution de la biologie des bactéries. Cette deuxième étape, qui était difficile à aborder avant de bien connaître les protozoaires, devrait être maintenant largement développée avec la même démarche que celle qui a guidé notre travail : Tout d'abord, préciser la méthodologie (utilisation de protozoaires ou d'animaux axéniques ou à flore contrôlée), puis faire une étude analytique des interactions existant entre les principales espèces de protozoaires et de bactéries, en fonction des principaux facteurs que nous avons étudiés : niveau d'alimentation, source d'énergie (et d'azote), comportement alimentaire.

II. ROLE DES CILIES DANS LA NUTRITION DU RUMINANT

A - DANS LE RUMEN

D'une manière générale, la présence de ciliés dans le rumen entraîne des modifications profondes dans la digestion des rations et dans la transformation des produits terminaux de la fermentation. Pour chacun des paramètres étudiés, ces modifications varient d'une part avec le genre inoculé dans le rumen, et d'autre part avec la nature de la ration. Ainsi, nous avons montré que l'introduction de ciliés dans le rumen défauné provoque :

- Une augmentation de la digestibilité de la matière organique de la ration qui est souvent importante avec les animaux (P) et (+ C). Cette augmentation est particulièrement nette lorsque les animaux reçoivent les régimes "inuline" et "amidon".
- Un accroissement important de l'utilisation digestive de la lignocellulose chez les animaux nourris avec les régimes "cellulose", "amidon" et "saccharose", dont la faune du rumen comprend l'espèce *P. multivesiculatum* [lots (P), (P + E) et (+ C)].
- Une réduction de l'activité cellulolytique des bactéries, quelle que soit la nature des ciliés inoculés, sauf avec le régime "cellulose" pour lequel l'activité cellulolytique augmente et avec le régime "saccharose" qui ne présente aucune différence entre lots.

Dans le rumen, la présence de ciliés a modifié la digestion. Nous avons ainsi observé :

- Une diminution du pH, surtout avec les animaux (P) et (P + E), qui est moins systématique avec les animaux (E) et (+ C). Cette diminution est importante avec les régimes "cellulose", "saccharose" et "lactose", en revanche, elle est moins marquée avec le régime "amidon".

- Une augmentation de la concentration du jus de rumen en A.G.V. qui est nette chez les animaux (P), (P + E) et (+ C). Elle diminue avec les animaux (E) qui reçoivent les régimes "amidon" et "lactose". En dehors de ces derniers cas, nous n'observons pas d'effet spécifique sur la concentration en A.G.V. dû au régime.

- Une baisse de pourcentage d'acide acétique sensible avec les régimes riches en glucides solubles (inuline, saccharose, lactose). L'effet des protozoaires est difficile à caractériser car une partie de l'acide acétique est produite par les bactéries.

- Un accroissement de la proportion d'acide propionique plus important avec les régimes riches en glucides solubles, quelle que soit la nature des ciliés présents dans le rumen.

- Une augmentation du pourcentage d'acide butyrique surtout avec les régimes "cellulose" et "amidon". A l'intérieur du même régime, nous n'observons pas de différences entre lots d'animaux étudiés.

- Une augmentation de la concentration en ammoniacale du jus de rumen qui est faible chez les animaux (P), (E) et (P + E), mais qui devient beaucoup plus importante chez les animaux (+ C). C'est avec les régimes "saccharose" et "amidon" que cette augmentation est la plus forte, et avec les régimes "lactose" et "cellulose" qu'elle est la plus faible.

- Un accroissement de la concentration en acide lactique qui apparaît chez les animaux (E) et devient importante chez les animaux (+ C) surtout lorsqu'ils reçoivent les régimes "saccharose" et "lactose".

B - APPORT DE NUTRIMENTS DANS L'INTESTIN

Dans un premier temps, nous avons caractérisé l'évolution de la biomasse des protozoaires et des bactéries dans le rumen en fonction de la nature et du temps après le repas. Nos résultats montrent que :

1. La biomasse des ciliés est supérieure à celle des bactéries, sauf dans le cas du régime "cellulose".
2. Le poids des microorganismes augmente généralement après le repas.
3. La biomasse des ciliés est faible avec le régime "cellulose" (3 grammes par litre), plus importante avec les régimes "amidon" et "saccharose" (9 grammes par litre) et élevée avec le régime "inuline" (13 grammes par litre).

Nous avons ensuite étudié le transit des ciliés hors du rumen et avons montré que le nombre de ciliés qui atteignent le feuillet est plus élevé que ce qui semble être admis actuellement à la suite des travaux de l'équipe de WELLER et PILGRIM (1974).

Dans un troisième temps, nous avons déterminé la composition chimique des microorganismes du rumen, en fonction de la nature du régime. Nous observons que :

1. La teneur en glucides des protozoaires et des bactéries augmente après le repas avec les régimes riches en glucides facilement fermentescibles (amidon, inuline, saccharose). En revanche, elle n'évolue pas avec le régime "cellulose". Corrélativement, la teneur en azote des microorganismes diminue ou ne varie pas après le repas.

2. Le glucose constitue la majeure partie (de 80 à 90 p.100) des glucides microbiens. Dès le début de notre travail, nous avons mis en évidence l'existence de glucides particuliers dans la fraction des bactéries (rhamnose, ribose, mannose, sucres aminés) et dans la fraction des protozoaires (arabinose, xylose, mannose, galactose). La présence de ces glucides a été confirmée depuis par d'autres auteurs (SMITH et Mc ALLAN, 1974 ; Mc ALLAN et SMITH, 1974 ; Mc ALLAN et SMITH, 1977).

3. Pour un même régime, la teneur en lipides des bactéries est supérieure à celle des protozoaires. Elle passe de 5 à 8 p.100 de la matière sèche des protozoaires, respectivement avec les régimes "cellulose" et "amidon", et de 7 à 12 p.100 de la matière sèche des bactéries, respectivement avec les régimes "saccharose" et "amidon". La composition en acides gras des lipides microbiens varie avec la nature du régime.

A partir de toutes ces données, nous avons essayé d'estimer la quantité journalière minimale de nutriments d'origine microbienne, qui arrive dans l'intestin grêle du Ruminant. Pour un bovin adulte d'environ 500 kg, ingérant approximativement 6,5 kg de M.S : par jour en 2 repas, dont 30 % d'amidon, cette quantité serait de :

- * 350 g de protéines, 200 g de polyglucose et environ 60 g de lipides, provenant des protozoaires,
- * et de 250 g de protéines, 100 g de polyglucose et 80 g de lipides, provenant des bactéries.

Dans leur ensemble, ces résultats permettent de mieux situer le rôle des protozoaires dans la digestion, qui, à l'heure actuelle, est encore mal connu, voire contesté. Ils ne constituent cependant qu'une étape qui devrait être poursuivie sur différents aspects :

- . Améliorer les aspects quantitatifs de nos données, par l'utilisation des méthodes modernes d'étude de la physiologie digestive : détermination du flux au niveau du feuillet, estimation de la part de l'azote bactérien et ciliaire qui entre dans l'intestin.

- . Préciser le rôle des protozoaires dans le métabolisme énergétique (apport de glucose et de lipides dans l'intestin) mais surtout azoté. Quelle est la signification du dégagement plus important d'ammoniaque en présence de ciliés ?

- . Déterminer le rôle spécifique des protozoaires sur la nutrition et la santé de l'animal dans des états physiologiques (sevrage) ou physiopathologiques précis (météorisation).

Enfin, comme nous l'avons signalé dans la première partie de cette conclusion, il serait indispensable d'intégrer dans tous ces travaux l'étude des interactions entre protozoaires et bactéries qui seule permettra de mieux connaître et peut-être de maîtriser la biologie de l'ensemble de la population microbienne du rumen.



